



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 42 01 464 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 15 B 15/22  
F 15 B 15/28

②① Akt nzeichen: P 42 01 464.6-53  
②② Anmeldetag: 21. 1. 92  
④③ Offenlegungstag: 22. 7. 93  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 8. 95

Druck...  
Nachtrag...  
Patentamt...

03 Okt 2003

Frist...

DE 42 01 464 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Festo KG, 73734 Esslingen, DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter & Abel,  
73728 Esslingen

⑦② Erfinder:  
Stoll, Kurt, Dipl.-Ing., 7300 Esslingen, DE; Gneiting,  
Thomas, Dipl.-Ing. (FH), 7443 Frickenhausen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 14 342 A1  
DE 37 08 989 A1  
GB 21 40 871 A

DE-Z: ö+p, 30(1986)Nr. 6, S. 458-461;  
DE-Z: technika, 26/1985, S. 17-22,31-34;

⑤④ Vorrichtung zur Dämpfung eines in einem Zylinder verschiebbaren Kolbens in wenigstens einem seiner  
Endlagenbereiche

DE 42 01 464 C 2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Dämpfung eines in einem Zylinder verschiebbaren Kolbens in wenigstens einem seiner Endlagenbereiche nach der Gattung des Anspruches 1.

Eine derartige Endlagen-Dämpfungsvorrichtung ist beispielsweise aus der DE-A-37 08 989 bekannt. Dort ist beabstandet von der Endlage des Kolbens ein Zylinderschalter am Zylinder angeordnet. Erreicht der sich zur Endlage hin bewegend Kolben die Position dieses Zylinderschalters, so wird der Auslaßquerschnitt der sich durch die Kolbenbewegung verkleinernden Zylinderschalters sprunghaft verringert, so daß sich die Kolbengeschwindigkeit zur Erzielung eines sanften Endanschlags ebenfalls verringert. Die bekannte Vorrichtung hat jedoch den Nachteil, daß bei der Verringerung des Auslaßquerschnitts ein Kompromiß gefunden werden muß. Ist die Querschnittsverringern zu stark, so wird zwar ein sanfter Anschlag erreicht, jedoch entsteht bei der Querschnittsumschaltung ein starker Ruck, der bei vielen Anwendungen unerwünscht ist, da er neben einer Geräuschentwicklung auch noch Erschütterungen der Vorrichtung mit sich bringt. Ist die Querschnittsverringern dagegen gering, so entsteht zwar nur ein geringer Ruck, andererseits fährt der Kolben dann mit immer noch zu großer Geschwindigkeit in seine Endlage.

Aus der deutschen Zeitschrift Ö + P, 30 (1986) Nr. 6, S. 458—461, ist eine Positionsregelvorrichtung für den Kolben eines Stellzylinders bekannt, der zur Erfassung der Ist-Position Wegeaufnehmer besitzt. Den besonderen Anforderungen einer Dämpfungsvorrichtung trägt die bekannte Anordnung indes nicht Rechnung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dämpfungsvorrichtung zu schaffen, die unabhängig von veränderbaren Einflüssen gleiche reproduzierbare Abbremsvorgänge nach einer vorgebbaren Funktion gestattet.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht insbesondere darin, daß eine echte Geschwindigkeits-Abregelung in den Endlagenbereichen möglich ist, wobei nur dort Positions-Sensorstrecken erforderlich sind, was im Vergleich zur bekannten Positionsregelung zu wesentlich geringeren Sensorkosten führt. Durch die Regelung wird die Geschwindigkeit entlang der gesamten Sensorstrecken bis auf einen Minimalwert herabge-regelt, wobei äußere Einflüsse praktisch keine Rolle mehr spielen, da die Regelvorrichtung flexibel auf geänderte Einflüsse reagieren kann. Dennoch wird gewährleistet, daß die Endposition in jedem Falle sicher erreicht wird, selbst dann, wenn die Geschwindigkeit aufgrund geänderter Parameter zu früh herabgeregelt worden sein sollte. Hierdurch können hohe Kolbengeschwindigkeiten und geringe Einstellzeiten bei hohem Bedienungskomfort erreicht werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Vorrichtung möglich.

Die vorgebbare Funktion zur Verringerung des Drosselquerschnitts bzw. zur Ansteuerung der Mittel zur Verringerung des Auslaßquerschnitts ist vorzugsweise eine stetige Funktion, sie kann selbstverständlich in Einzelfällen auch eine Treppenfunktion oder dergleichen sein. Hierbei können lineare und nichtlineare Funktionen je nach Erfordernis verwendet werden.

Das Proportionalventil ist zweckmäßigerweise mit einem Tauchankerantrieb als elektromechanischer Umformer versehen, so daß das den Drosselquerschnitt vorgebende Steuersignal direkt dem Proportionalventil über dessen Tauchankerantrieb zugeführt werden kann und einen entsprechenden Drosselquerschnitt erzeugt.

Das Proportionalventil ist zweckmäßigerweise als Schieberventil ausgebildet, insbesondere als 5/3-Proportional-Wegeventil, das über Verbindungsleitungen mit den beiden Endbereichen des doppelwirkenden Zylinders einerseits sowie mit einer Druckquelle andererseits verbunden ist, die alternativ mit einem der beiden Endbereiche verbindbar ist, während der andere Endbereich mit dem gedrosselten Auslaß verbunden ist.

Die Steuereinrichtung weist zweckmäßigerweise eine externe oder interne Programmiereinheit auf, um den Sollwertverlauf und die Regeleigenschaften an die Bedürfnisse anpassen zu können. Hierdurch kann beispielsweise auch eine Steuerkennlinie vorgegeben werden.

Die Sensormittel und die Steuereinrichtung können in vorteilhafter Weise als integrierte Anordnung am Zylinder angeordnet sein. Hierdurch wird eine kompakte Einheit erzielt, die durch interne Verdrahtung sehr robust und störungsunanfällig ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem doppelwirkenden Zylinder und zwei Positions-Sensorstrecken entlang den beiden Endbereichen und

Fig. 2 als zweites Ausführungsbeispiel eine integrierte Ausführung, bei der Zylinder, Sensorstrecken und Steuereinrichtung in einer kompakten Einheit zusammengefaßt sind.

Bei dem in Fig. 1 schematisch dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ist ein Kolben 10 in einem doppelwirkenden Zylinder 11 verschiebbar angeordnet. Eine mit dem Kolben 10 verbundene Kolbenstange 12 ist daher dichtend durch eine Stirnseite des Zylinders 11 durchgeführt. Von beiden Enden des Zylinders 11 aus verlaufen Druckleitungen 13, 14 zu einem 5/3-Proportional-Wegeventil 15, das zur Einstellung eines einem analogen elektrischen Eingangssignal entsprechenden öffnungsquerschnitt am Ventilausgang einen Tauchankerantrieb 16 als elektromechanischen Umformer aufweist. In der dargestellten Neutralstellung sind die beiden Druckleitungen 13, 14 mit Entlüftungsleitungen 17 verbunden. Eine pneumatische oder hydraulische Druckquelle 18 ist vom Zylinder 11 getrennt.

Der Schieberweg des Ventils wird mit Hilfe einer elektronischen Steuereinrichtung 27 eingestellt bzw. geregelt. In der einen Stellrichtung erfolgt eine Verschiebung des Kolbens durch Druckbeaufschlagung der einen Kolbenseite in der einen Richtung und in der anderen Stellrichtung durch Druckbeaufschlagung der anderen Kolbenseite in die andere Richtung. Ein derartiges Proportional-Wegeventil wird beispielsweise von der Anmelderin unter der Bezeichnung MPYE-5-1/8 vertrieben.

Die elektronische Steuereinrichtung 27 ist beispielsweise als Microcontroller ausgebildet und enthält die Steuer- bzw. Regelfunktionen für das Proportional-Wegeventil 15 in Abhängigkeit der Signale von zwei Sensorstrecken 25, 26 und in Abhängigkeit von externen Steuersignalen S. Die Einstellung der Parameter kann beispielsweise über Potentiometer über äußere Einstellvorrichtungen erfolgen. Selbstverständlich ist die elek-

tronische Steuereinrichtung 27 auch über verschiedene Programme und Programmänderungen in ihrem Betriebsverhalten einstellbar. Verschiedene Betriebsverhalten können beispielsweise auch über verschiedene Magnetkarten oder dergleichen eingestellt werden.

Die beiden Sensorstrecken 25, 26 erstrecken sich jeweils über die Endbereiche des Zylinders 11, in denen der Kolben 10 vor Erreichen der Endstellung abgebremst werden soll.

Im folgenden wird die Wirkungsweise des in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiels erläutert werden. Für eine überlagerte Steuerung über eine speicherprogrammierte Steuerung oder eine Steuerzentrale stellt sich die Steuereinrichtung 19 wie ein 5/3-Wegeventil dar. Sie wird mit drei verschiedenen Eingangssignalen S angesteuert, die die folgenden Steuerbefehle zur Ausführung bringen sollen: Zylinder vor, Zylinder zurück, Mittelstellung. Zunächst wird der Kolben 10 im Normalbetrieb in eine definierte Anfangsposition gebracht. Dies erfolgt durch eine Referenzbewegung in eine der beiden Endlagen, die durch Ansprechen der Sensorstrecke 25 bzw. 26 erkannt wird. Bei einer Bewegung des Kolbens 10 wird der Kolben sehr schnell auf die gewünschte Verstellgeschwindigkeit gebracht und erreicht nach einer bestimmten Zeit die Sensorstrecke 26 bzw. 25.

Der Istwert der Position des Kolbens 10 in den beiden Endbereichen ist jeweils der Steuereinrichtung 27 zugeführt, in der ein interner Sollwertverlauf der Geschwindigkeit  $v_1$  bzw.  $v_2$  in Abhängigkeit der Position des Kolbens 10 in den Endbereichen vorgegeben ist. Über einen laufenden Soll-Istwert-Vergleich wird dann die Geschwindigkeit des Zylinders an den gewünschten Verlauf durch einen Regelvorgang angepaßt. Obwohl die Einstellung der Parameter über Potentiometer oder dergleichen möglich wäre, erfolgt die Anpassung eines gewünschten Geschwindigkeitsverlaufs bzw. Sollwertverlaufs über ein externes Eingabegerät 28, das an die Steuereinrichtung 27 angeschlossen ist. Hierbei kann es sich um ein Programmiergerät, einen PC oder dergleichen handeln, wobei aus den Daten des Pneumatikantriebs (z. B. Geometrie, Druck usw.) die zur Regelung notwendigen Parameter errechnet und über eine serielle Schnittstelle an das Steuergerät übertragen werden.

Bei den Sensorstrecken 25, 26 kann es sich jeweils um eine Reihe von magnetempfindlichen Sensoren handeln, die auf einen Dauermagneten am Kolben ansprechen. Dieser Dauermagnet kann beispielsweise als Ringmagnet ausgebildet sein. Andere bekannte Sensorstrecken zur Weg- oder Positionserfassung können ebenfalls verwendet werden.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel sind wiederum gleiche oder gleichwirkende Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen und nicht nochmals beschrieben.

Im Unterschied zum zweiten Ausführungsbeispiel sind hier die beiden Sensorstrecken 25 und 26 sowie die elektronische Steuereinrichtung 27 in einer kompakten Baueinheit 29 zusammengefaßt, die ein Gehäuse sein kann, und am Zylinder 11 angebracht. Hierdurch wird aus dem Zylinder 11 und der Baueinheit 29 ein einheitliches, kompaktes Bauelement gebildet. An ein Anschlußelement 30 dieser Baueinheit 29 sind die externe Steuerleitung für die externen Steuersignale S, das externe Eingabegerät 28 sowie der Tauchankerantrieb 16 für das Proportional-Wegeventil 15 angeschlossen. Ein Dauermagnet 31 am Kolben 10 ist schematisch dargestellt.

1. Vorrichtung zur Dämpfung eines in einem Zylinder verschiebbaren Kolbens in wenigstens einem seiner Endlagenbereiche, mit an einer elektronischen Steuereinrichtung angeschlossenen Sensormitteln zur Erfassung wenigstens einer Position des Kolbens in mindestens einem Endlagenbereich und mit durch die elektronische Steuereinrichtung steuerbaren als Proportionalventil ausgebildeten Mitteln zur Verringerung des Auslaßquerschnittes der auslaßseitigen Zylinderkammer bei Erreichen des Endlagenbereiches, dadurch gekennzeichnet, daß einer oder beide Endbereiche des Zylinders (11) mit einer Positions-Sensorstrecke (25, 26) zur Erfassung der jeweiligen Kolbenposition als Istwert-Signal versehen sind, daß die elektronische Steuereinrichtung (27) Mittel zur geregelten Veränderung des Auslaßquerschnittes bis zu einem vorgebbaren minimalen Grenzwert und damit der Abbremsung des Kolbens über den Bereich der Positions-Sensorstrecke (25, 26) aufweist, wobei sie einen vorgebbaren Sollwertverlauf für die Geschwindigkeit als vorgebbare Funktion der jeweiligen erfaßten Kolbenposition aufweist und die Geschwindigkeit des Kolbens entsprechend abregelt, wobei der Anschlag mit einer durch den minimalen Grenzwert des Auslaßquerschnittes bestimmten Restgeschwindigkeit erfolgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbare Funktion eine stetige Funktion ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Proportionalventil (15) mit einem Tauchankerantrieb (16) versehen ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Proportionalventil (15) als Schieberventil ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Proportionalventil als 5/3-Proportional-Wegeventil ausgebildet ist, das über Verbindungsleitungen (13, 14) mit den beiden Endbereichen des doppeltwirkenden Zylinders (11) sowie mit einer Druckquelle (18) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung eine externe oder interne Programmiereinheit (28) aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensormittel (25, 26) und die Steuereinrichtung (27) als integrierte Anordnung (29) am Zylinder (11) angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

